

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004年2月19日 (19.02.2004)

PCT

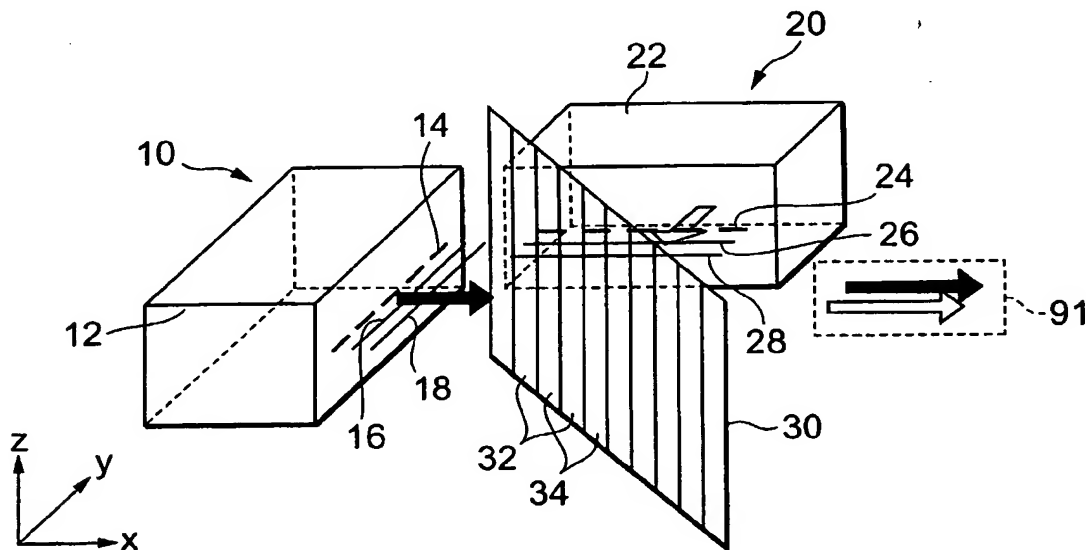
(10) 国際公開番号  
WO 2004/015478 A1

- (51) 国際特許分類: G02B 27/10, H01S 5/02 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/010089 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 鄭 宇進 (ZHENG, Yujin) [JP/JP]; 〒435-8558 静岡県 浜松市 市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 宮島 博文 (MIYAJIMA, Hirofumi) [JP/JP]; 〒435-8558 静岡県 浜松市 市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 菅 博文 (KAN, Hirofumi) [JP/JP]; 〒435-8558 静岡県 浜松市 市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP).  
(22) 国際出願日: 2003年8月7日 (07.08.2003)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ: 特願2002-230279 2002年8月7日 (07.08.2002) JP  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 浜松ホトニクス株式会社 (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) [JP/JP]; 〒435-8558 静岡県 浜松市 市野町1126番地の1 Shizuoka (JP).  
(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (HASEGAWA, Yoshiki et al.); 〒104-0061 東京都 中央区 銀座一丁目10番6号 銀座ファーストビル 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: LIGHT COLLECTING DEVICE

(54) 発明の名称: 集光装置



(57) Abstract: A light collecting device comprising light sources (10, 20) and a light synthesizing element (30). The light sources (10, 20) comprises semiconductor laser arrays (12, 22), collimator lenses (16, 26), and beam converters (18, 28). The light synthesizing element (30) synthesizes beams from the light sources (10, 20). Spreading of the beam in a plane perpendicular to the arranging direction of active layers (14, 24) is controlled through refracting action of the collimator lenses (16, 26). Transverse section of the beam is rotated by about 90° by means of beam converters (18, 28). Consequently, spreading of the beam is controlled in the arranging direction of the active layers and adjacent beams become difficult to intersect each other.

(57) 要約: 集光装置は、光源 (10、20) と合光素子 (30) を備えている。光源 (10、20) は、それぞれ半導体レーザアレイ (12、22)、コリメータレンズ (16、26)、およびビームコンバータ (18、28) を備えている。合光素子 (30) は、光源 (10、20) からのビームを合成する。活性層 (14、24) の配列方向と垂直な面内でのビームの拡がり、コリメータレンズ (16、26) の屈折作用によって抑えられる。ビームコンバータ (18、28) の作用により、ビームの拡がり方向が約90度回転される。従って、ビームの拡がり方向が活性層の配列方向と一致し、隣接するビームが交差し難くなる。

[続葉有]

BEST AVAILABLE COPY

WO 2004/015478 A1



(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許

(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明細書

### 集光装置

#### 技術分野

5 本発明は、半導体レーザアレイから出射するビームの光密度を増加する集光装置に関するものである。

#### 背景技術

高出力のレーザ素子として、半導体レーザアレイが知られている。図11は、半導体レーザアレイの一例を示す斜視図である。図11に示されるように、半導体レーザアレイ12では、複数の活性層14が並列に配列されている。

10 図12Aおよび図12Bは、レーザアレイ12の側面図および平面図であり、各活性層14から放出されるレーザビームの拡がり角を示している。これらの図においてx軸、y軸およびz軸は、レーザアレイ12の縦方向、水平方向および垂直方向をそれぞれ示している。また、これらの図において番号15は、ビームの中心軸を示している。各活性層から放出されるビームの垂直方向の拡がり角は  
15 30°～40°であり（図12Aを参照）、水平方向の拡がり角は8°～10°である（図12Bを参照）。

半導体レーザアレイからのビームをレンズ等を用いて光ファイバ等に集光する用途を想定すると、ビームの垂直方向及び水平方向それぞれの成分の拡がりを抑えることが望ましい。このうち、ビームの垂直方向の成分は、コリメータレンズ  
20 を使用すれば容易にコリメートすることができる。一方、ビームの水平方向の拡がりを抑えることは容易ではない。複数の活性層14が近接配置されていると、これらの活性層14から放出されたビームがすぐに交差してしまうからである。ビームの交差を防ぐため、活性層の間隔を拡大する手法も考えられる。しかし、この場合、光密度を高くすることは望めない。

#### 25 発明の開示

この発明に係る集光装置は、第1の光源と、第2の光源と、第1の合光素子と

を備えている。第1の光源は、第1の方向に沿って並列に配列された複数の活性層を有する第1の半導体レーザアレイと、複数の活性層から放出された複数のビームを第1の方向と垂直な面内でコリメートする第1のコリメータレンズと、第1のコリメータレンズによってコリメートされたビームを受光し、そのビームの横断面をほぼ90°回転させる第1のビームコンバータとを備えている。第2の光源は、第2の方向に沿って並列に配列された複数の活性層を有する第2の半導体レーザアレイと、複数の活性層から放出される複数のビームを第2の方向と垂直な面内でコリメートする第2のコリメータレンズと、第2のコリメータレンズによってコリメートされたビームを受光し、そのビームの横断面をほぼ90°回転させる第2のビームコンバータとを備えている。ここで、ビームの横断面とは、そのビームの軸に実質的に垂直な断面をいう。第1の合光素子は、第1の光源からのビームと第2の光源からのビームとを合成する。第1の合光素子は、第1のビームコンバータから放出されたビームを受光して透過させる透過部と、第2のビームコンバータから放出されたビームを受光して反射する反射部とを有している。第1の合光素子は、透過部を透過したビームと反射部によって反射されたビームとを合成する。

活性層が配列される方向と垂直な面内でのビームの拡がり、コリメータレンズのコリメート作用によって抑えられる。ビームの横断面がほぼ90°回転させられると、ビームの拡がり、活性層の配列方向において抑えられることになる。従って、隣接するビーム同士が交差しにくくなる。この結果、活性層を500μm以下の間隔で近接配置することが可能になる。

この発明は、以下の詳細な説明および添付図面から、より十分に理解されるようになる。添付図面は、単なる例示に過ぎない。したがって、添付図面がこの発明を限定するものと考えべきではない。

この発明のさらなる適用範囲は、以下の詳細な説明から明らかになる。しかし、この詳細な説明および特定の例は、この発明の好適な形態を示してはいるが、

単なる例示に過ぎない。この発明の趣旨と範囲内における様々な変形および変更が、この詳細な説明から当業者には明らかになるからである。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、第 1 実施形態に係る集光装置を示す概略斜視図である。

5 図 2 は、第 1 実施形態で使用される半導体レーザアレイの前端面（光出力面）を示す図である。

図 3 は、第 1 実施形態で使用される半導体レーザアレイの活性層の前端面を示す図である。

図 4 は、第 1 実施形態で使用されるシリンドリカルレンズの斜視図である。

10 図 5 は、第 1 実施形態で使用されるビームコンバータの斜視図である。

図 6 は、第 1 実施形態で使用される合光素子の平面図である。

図 7 A～図 7 C は、第 1 実施形態におけるビームの横断面の変化を示す図である。

図 8 A～図 8 C は、第 1 実施形態におけるビームの合成を示す図である。

15 図 9 は、第 2 実施形態に係る集光装置を示す概略平面図である。

図 10 A～図 10 E は、第 2 実施形態におけるビームの合成を示す図である。

図 11 は、半導体レーザアレイの斜視図である。

図 12 A および図 12 B は、半導体レーザアレイから出射するビームの拡がり角を示す図である。

20 発明を実施するための最良の形態

以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

#### 第 1 実施形態

25 図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る集光装置を示す概略斜視図である。本実施形態に係る集光装置は、第 1 の光源 10、第 2 の光源 20 および合光素子 30 から構成されている。

第1の光源10は、第1の半導体レーザアレイ12と、第1のコリメータレンズ16と、第1のビームコンバータ18とから構成されている。半導体レーザアレイ12は、複数の活性層14を有している。コリメータレンズ16は、各活性層14から放出されるビームの垂直方向（z方向）成分を屈折させ、コリメートする。ビームコンバータ18は、このコリメートされたビームの横断面をほぼ90°回転させる。

図2は、第1の半導体レーザアレイ12の前端面（光出力面）を示す図である。図3は、活性層14の前端面を示す図である。レーザアレイ12の活性層14は、幅1cmの中に300 $\mu$ m～500 $\mu$ mの間隔でy方向に沿って一列に並べられている。図面の簡単のため、これらの図では5本の活性層14が描かれているが、実際には、より多数の活性層14が並べられている。各活性層14の断面は、100 $\mu$ m～200 $\mu$ mの幅と1 $\mu$ mの厚さを有している。この活性層14から出射するビームの拡がり角は、図12Aおよび図12Bに示すように、活性層14の厚み方向、すなわち垂直方向（z方向）で30°～40°であり、活性層14の幅方向、すなわち水平方向（y方向）で8°～10°である。

図4は、第1のコリメータレンズ16の一例としてのシリンドリカルレンズを示す斜視図である。シリンドリカルレンズ16は、互いに対向する入力面160および出力面161を有する。入力面160はx方向に垂直な平坦面であり、出力面161はy方向に沿った母線をもつ円柱面である。シリンドリカルレンズ16は、母線方向を含む面内では屈折作用を有しないが、母線に垂直な面内では屈折作用を有している。図4に示すように、母線方向、すなわちy方向の長さは12mmであり、x方向の長さは0.4mm、z方向の長さは0.6mmである。このように、シリンドリカルレンズ16はy方向に沿って細長い。y方向の長さは、入力面160がレーザアレイ12のすべての活性層14を覆う程度に大きい。このため、これらの活性層14から放出されたビームは、すべてシリンドリカルレンズ16に入射する。

上述のように、活性層 14 から出射するビームの垂直方向の拡がり角が大きいので、集光効率を高めるためにはビームの拡がりを抑える必要がある。そこで、シリンドリカルレンズ 16 を、その出力面 161 の母線と半導体レーザアレイ 12 の垂直方向（z 方向）とが直交するように設置する。これにより、活性層 14 から放出されたビームを垂直方向でコリメート、すなわちシリンドリカルレンズ 16 の母線に垂直な面内でコリメートすることができる。コリメートを効率的に行うために、シリンドリカルレンズ 16 は活性層 14 と近接させて配置される。

図 5 は、第 1 のビームコンバータ 18 の一例を示す斜視図である。ビームコンバータ 18 は、ガラス、石英等の透光性材料からなる。x 方向の長さは 1.5 mm、y 方向の長さは 12 mm、z 方向の長さは 1.5 mm である。ビームコンバータ 18 は、y 方向に沿って細長い形状をしている。このため、シリンドリカルレンズ 16 から出射するすべてのビームがビームコンバータ 18 に入射する。ビームコンバータ 18 は、互いに対向する入力面 180 と出力面 181 を有している。入力面 180 は、並列した複数の斜円柱面を有している。各斜円柱面の幅は 0.5 mm である。これらの斜円柱面は、y 方向に対して 45° の角度で延びている。これらの斜円柱面の数は、活性層 14 の数に等しい。すなわち、これらの斜円柱面は活性層 14 と一対一に対応している。出力面 181 も同様に、並列した幅 0.5 mm の複数の斜円柱面を有している。これらの斜円柱面も、y 方向に対して 45° の角度で延びており、活性層 14 と一対一に対応している。

なお、本発明で使用されるビームコンバータは、図 5 に示されるものに限られない。例えば、ビームコンバータの他の例は、特許第 3071360 号公報に記載されている。

第 2 の光源 20 は、第 1 の光源 10 と同様の構成を有している。すなわち、第 2 光源 20 は、第 2 の半導体レーザアレイ 22 と、第 2 のシリンドリカルレンズ 26 と、第 2 のビームコンバータ 28 とから構成されている。第 2 の半導体レーザアレイ 22、第 2 のシリンドリカルレンズ 26 および第 2 のビームコンバータ

28は、それぞれ第1の半導体レーザアレイ12、第1のシリンドリカルレンズ16および第1のビームコンバータ18と同一の構成を有している。したがって、これらの詳細な説明は省略する。

第2の光源20の向きは、第1の光源10の向きと異なっている。具体的には、第1レーザアレイ12がy方向に沿って並列に配列された複数の活性層14を有しているのに対し、第2レーザアレイ22はx方向に沿って並列に配列された複数の活性層24を有している。第2のシリンドリカルレンズ26は、活性層24に対応してx方向に沿って配置されている。第2のビームコンバータ28も同様に、活性層24に対応してx方向に沿って配置されている。

図6は、合光素子30の平面図である。合光素子30は、交互に配置された複数の透過部32と複数の反射部34とを有する平板から構成されている。透過部32および反射部34の各々は、同一寸法の帯状である。より具体的に述べると、透過部32および反射部34は、光透過部材からなる一つの平板上に形成されており、それぞれz方向に延びる細長いストライプ形状として交互に並列配置されている。透過部32は、第1のビームコンバータ18から放出されたビームを受光する。透過部32の表面には、光透過性薄膜が形成されている。一方、反射部34は、第2のビームコンバータ28から放出されたビームを受光する。反射部34の表面には、光反射性薄膜が形成されている。合光素子30は、第1の光源10の活性層14から出射するビームの中心軸15に対して、45°の角度で傾斜している。合光素子30は、第2の光源20の活性層24から出射するビームの中心軸15に対しても45°の角度で傾斜している。

合光素子30の表面は、第1の光源10と対向しており、合光素子30の裏面は、第2の光源20と対向している。透過部32は、第1の光源10の活性層14と一対一に対応している。一方、反射部34は、第2の光源20の活性層24と一対一に対応している。第1の光源10から放出されたビームは、合光素子30の透過部32を透過する。一方、第2の光源20から放出されたビームは、合



光素子 30 の反射部 34 によって反射される。その結果、これらのビームは、合光素子 30 の裏面側で同一方向に進行する。図 1 に示されるように、これらのビームは混ざり合って一つの合成ビーム 91 となる。

次に、図 7 A ～ 図 7 C および図 8 A ～ 図 8 C を参照しながら、本実施形態に係る集光装置の作用を説明する。ここで、図 7 A は、活性層 14 および 24 で生成されたレーザビームの出射時の横断面、すなわち出射パターンを示している。図 7 B は、活性層 14 および 24 から放出されたビームがシリンドリカルレンズ 16 および 26 を通過した後の当該ビームの横断面を示している。図 7 C は、シリンドリカルレンズ 16 および 26 を通過したビームがビームコンバータ 18 および 28 を通過した後の当該ビームの横断面を示している。図 8 A は、第 1 の光源 10 から放出され合光素子 30 を透過したビームの中心軸 15 に対して垂直な横断面図である。図 8 B は、第 2 の光源 20 から放出され合光素子 30 で反射されたビームの中心軸 15 に対して垂直な横断面図である。図 8 C は、第 1 の光源 10 からのビームと第 2 の光源 20 からのビームとの合成ビーム 91 の中心軸に対して垂直な横断面図である。図 8 A ～ 図 8 C における二点鎖線は、合光素子 30 を示す。

図 7 A に示すように、活性層 14 および 24 を出射する際、ビームの断面形状は円に近い。このビームは、シリンドリカルレンズ 16 および 26 を透過すると、シリンドリカルレンズ 16 および 26 の母線方向と垂直な面内で屈折作用を受ける。この結果、図 7 B に示すように、ビームの垂直方向成分がコリメートされる。一方、ビームの水平方向成分は屈折作用を受けないため、ビームの水平方向の拡がり角に変化はない。

活性層 14 から放出されたビームは、第 1 のシリンドリカルレンズ 16 を透過した後、第 1 のビームコンバータ 18 に入射する。図 7 C に示すように、ビームコンバータ 18 は、そのビームの横断面をビームの中心軸 15 のまわりにほぼ 90° 回転させる。これにより、垂直方向でコリメートされたビームは、水平方向

でコリメートされたビームへ変換される。この結果、ビームは水平方向で拡がらなくなる。このため、隣接するビームの交差を回避できる。

第2の光源20の活性層24から放出されたビームも、第1の光源と同様に、第2のシリンドリカルレンズ26を透過するとその垂直方向成分がコリメートされる。このビームは第2のビームコンバータ28を透過すると、水平方向でコリメートされたビームへ変換される。この結果、第2の光源20においても、ビームは水平方向で拡がらなくなるので、隣接するビームの交差を回避できる。

第1のビームコンバータ18から放出されたビームは、合光素子30の透過部32を透過する。図8Aに示すように、各活性層14から放出されたビームは、互いに交差することなく対応する透過部32を透過する。一方、第2のビームコンバータ28から放出されたビームは、第1の合光素子30の反射部34によって反射される。図8Bに示すように、各活性層24から放出されたビームは、互いに交差することなく対応する反射部34で反射される。

透過部32を透過したビームと反射部34によって反射されたビームは、一つの合成ビーム91を形成する。図8Cに示すように、合成ビーム91の光密度は、第1の光源10から出射するビームの光密度と第2の光源20から出射するビームの光密度とを加算したものとなる。この結果、光密度が高まる。

以下では、本実施形態に係る集光装置の効果を説明する。ビームコンバータから放出されたビームは水平方向（y方向）で拡がらないので、半導体レーザアレイの複数の活性層が近接していても、隣接するビームは交差しない。これにより活性層の近接した配置が可能となり、それに応じて高い光密度を得ることができる。

## 第2実施形態

以下では、本発明の第2の実施形態について説明する。図9は、本実施形態に係る集光装置の概略平面図である。第1の実施形態は、2つの光源と1枚の合光素子とから構成されているのに対し、本実施形態は、3つの光源と2枚の合光素

子とから構成されている。第 1 の実施形態は、2 つの光源から放出されたビームを合成するのに対し、本実施形態は、3 つの光源から放出されたビームを合成する。

本実施形態に係る集光装置は、第 1 の光源 10、第 2 の光源 20、第 3 の光源 60、第 1 の合光素子 30 および第 2 の合光素子 80 から構成されている。第 1 の光源 10、第 2 の光源 20 および第 1 の合光素子 30 の構成および配置は、第 1 実施形態に関して説明した通りである。

第 3 の光源 60 は、第 3 の半導体レーザアレイ 62 と、第 3 のコリメータレンズ 66 と、第 3 のビームコンバータ 68 とから構成されている。第 3 の半導体レーザアレイ 62 は、複数の活性層 64 を有している。第 3 のコリメータレンズ 66 は、各活性層 64 から放出されたビームの垂直方向の成分をコリメートする。第 3 のビームコンバータ 68 は、このコリメートされたビームの横断面をほぼ 90°回転させる。第 3 の半導体レーザアレイ 62、第 3 のコリメータレンズ 66 および第 3 のビームコンバータ 68 の構成は、それぞれ半導体レーザアレイ 12 および 22、コリメータレンズ 16 および 26、ならびにビームコンバータ 18 および 28 と同じである。

第 3 の光源 60 の向きは、第 2 の光源 20 の向きと同じであり、第 1 の光源 10 の向きとは異なっている。第 1 の半導体レーザアレイ 12 は、y 方向に沿って並列に配列された複数の活性層 14 を有しているのに対し、第 2 および第 3 の半導体レーザアレイ 22 および 62 は、x 方向に沿って並列に配列された複数の活性層 24 および 64 を有している。第 3 のシリンドリカルレンズ 66 は、活性層 64 に対応して x 方向に沿って配置されている。第 3 のビームコンバータ 68 も同様に、x 方向に沿って配置されている。

第 1 実施形態で説明したように、第 1 の光源 10 から放出されたビームは、第 1 の合光素子 30 の透過部を透過する。一方、第 2 の光源 20 から放出されたビームは、第 1 の合光素子 30 の反射部によって反射される。その結果、それぞれ

のビームは、第1の合光素子30の裏面側で同一方向に進行する。図9に示すように、これらのビームは混ざり合って、一つの合成ビーム91となる。

第2の合光素子80は、第1の合光素子30と同様の構成を有している。すなわち、第2の合光素子80は、複数の透過部と複数の反射部とが交互に並べられた平板から構成されている。各透過部および各反射部は、同じ長さの帯状である。より具体的に述べると、透過部および反射部は、光透過部材からなる一つの平板上に形成されており、それぞれz方向に延びる細長いストライプ形状として交互に並列配置されている。第2の合光素子80の透過部は、第1の合光素子30から放出された合成ビーム91を受光する。一方、第2の合光素子80の反射部は、第3のビームコンバータ68から放出されたビームを受光する。第2の合光素子80は、合成ビーム91の中心軸に対して、45°の角度で傾斜している。第2の合光素子80は、第3の光源60の活性層64から出射するビームの中心軸に対しても同様に、45°の角度で傾斜している。第2の合光素子80の表面は、第1の合光素子30と対向しており、第2の合光素子80の裏面は、第3の光源60と対向している。第2の合光素子80の反射部は、第3の光源60の活性層64と一対一に対応している。

合成ビーム91は、第2の合光素子80の透過部を透過する。一方、第3の光源60から放出されたビームは、第2の合光素子80の反射部によって反射される。その結果、それぞれのビームは、第2の合光素子80の裏側で同一方向に進行する。これらのビームは混ざり合って、一つの合成ビーム95となる。

次に、図10A～図10Eを参照しながら、本実施形態に係る集光装置の作用を説明する。図10Aは、第1の光源10から放出され合光素子30を透過したビームの中心軸15に対して垂直な横断面図である。図10Bは、第2の光源20から放出され合光素子30で反射されたビームの中心軸15に対して垂直な横断面図である。図10Cは、第3の光源60から放出され合光素子80で反射されたビームの中心軸15に対して垂直な横断面図である。図10Dは、第1の光

源 1 0 からのビームと第 2 の光源 2 0 からのビームとの合成ビーム 9 1 の中心軸に対して垂直な横断面図である。図 1 0 E は、合成ビーム 9 1 と第 3 の光源 6 0 から放出されたビームとの合成ビーム 9 5 の中心軸に対して垂直な横断面図である。図 1 0 A ~ 図 1 0 E における二点鎖線は、合光素子 3 0 および 8 0 を示す。

5 図 7 A に示すように、活性層 1 4、2 4 および 6 4 を出射する際、ビームの断面形状は円に近い。このビームが各シリンドリカルレンズ 1 6、2 6 および 6 6 を通過すると、シリンドリカルレンズ 1 6、2 6 および 6 6 の母線方向と垂直な面内で屈折作用を受ける。この結果、図 7 B に示すように、ビームの垂直方向成分がコリメートされる。一方、ビームの水平方向成分は屈折作用を受けないため、ビームの水平方向の拡がり角に変化はない。

10 シリンドリカルレンズ 1 6、2 6 および 6 6 を透過したビームは、ビームコンバータ 1 8、2 8 および 6 8 に入射する。図 7 C に示すように、ビームコンバータ 1 8、2 8 および 6 8 は、そのビームの横断面をビームの中心軸のまわりにほぼ 9 0 ° 回転させる。これにより、垂直方向でコリメートされたビームは、水平方向でコリメートされたビームへ変換される。この結果、ビームは水平方向で拡がらなくなる。このため、隣接するビームの交差を回避できる。

15 第 1 の光源 1 0 のビームコンバータ 1 8 から放出されたビームは、第 1 の合光素子 3 0 の透過部 3 2 を透過する。図 1 0 A に示すように、各活性層 1 4 から放出されたビームは、互いに交差することなく対応する透過部 3 2 を透過する。第 2 の光源 2 0 のビームコンバータ 2 8 から放出されたビームは、第 1 の合光素子 3 0 の反射部 3 4 によって反射される。図 1 0 B に示すように、各活性層 2 4 から放出されたビームは、互いに交差することなく対応する反射部 3 4 で反射される。

20 透過部 3 2 を透過したビームと反射部 3 4 によって反射されたビームは、一つの合成ビーム 9 1 を形成する。図 1 0 D に示すように、合成ビームの光密度は、第 1 の光源 1 0 から出射するビームの光密度と第 2 の光源 2 0 から出射するビー

ムの光密度とを加算したものとなる。

第1の合光素子30によって形成された合成ビーム91は、第2の合光素子80の透過部を透過する。一方、第3の光源60のビームコンバータ68から放出されたビームは、第2の合光素子80の反射部によって反射される。図10Cに示すように、各活性層64から放出されたビームは、互いに交差することなく対応する反射部で反射される。

合光素子80の透過部を透過した合成ビーム91と合光素子80の反射部によって反射されたビームは、一つの合成ビーム95を形成する。図10Eに示すように、合成ビーム95の光密度は、第1の光源10からのビームの光密度と第2の光源20からのビームの光密度とを加算したものに、さらに第3の光源60からのビームの光密度を加算したものとなる。これにより、光密度が極めて高くなる。

以下では、本実施形態に係る集光装置の効果を説明する。ビームコンバータから放出されたビームは水平方向（y方向）で拡がらないので、半導体レーザアレイの複数の活性層が近接していても、隣接するビームは交差しない。これにより、3つの光源からのビームを合成すると共に活性層の近接した配置が可能となり、それに応じて極めて高い光密度を得ることができる。

以上、本発明をその実施形態に基づいて詳細に説明した。しかし、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。本発明は、その要旨を逸脱しない範囲で様々な変形が可能である。

上記実施形態では、コリメータレンズの一例としてシリンドリカルレンズを挙げたが、この代わりにガラスファイバレンズ、セルフオックレンズ等を使用しても良い。また、本発明は、4つ以上の光源を用いる集光装置であってもよい。

第2の実施形態では、合成ビーム91に第2の合光素子80を透過させ、第3の光源60から放出されたビームを第2の合光素子80で反射して合成ビーム95を形成している。この代わりに、第3の光源60から放出されたビームに第2

の合光素子 80 を透過させ、合成ビーム 91 を第 2 の合光素子 80 で反射して合成ビーム 95 を形成しても良い。この場合、第 2 の合光素子 80 の透過部は、第 3 のビームコンバータ 68 から放出されたビームを受光する。また、第 2 の合光素子 80 の反射部は、合成ビーム 91 を受光する。第 2 の合光素子 80 の透過部は、半導体レーザアレイ 62 の活性層 64 と一対一に対応する。

#### 産業上の利用可能性

本発明の集光装置は、半導体レーザアレイから放出されたビームをコリメータレンズを用いてコリメートした後に、ビームコンバータによってビームの横断面をほぼ 90°回転させる。これにより、活性層が配列される方向でのビームの拡がりを抑制し、隣接するビームの交差を回避することができる。活性層の近接した配置が可能となるので、高い光密度を得ることができる。従って、本発明の集光装置は、高い光密度を要する固体レーザ励起、印刷、材料加工または医療に好適に適用できる。

## 請求の範囲

1. 第1の光源と、第2の光源と、前記第1の光源からのビームと前記第2の光源からのビームとを合成する第1の合光素子と、を備える集光装置であって、

5 前記第1の光源は、第1の方向に沿って並列に配列された複数の活性層を有する第1の半導体レーザアレイと、前記複数の活性層から放出された複数のビームを前記第1の方向と垂直な面内でコリメートする第1のコリメータレンズと、前記第1のコリメータレンズによってコリメートされたビームを受光し、そのビームの横断面をほぼ90°回転させる第1のビームコンバータとを備えており、

10 前記第2の光源は、第2の方向に沿って並列に配列された複数の活性層を有する第2の半導体レーザアレイと、前記複数の活性層から放出された複数のビームを前記第2の方向と垂直な面内でコリメートする第2のコリメータレンズと、前記第2のコリメータレンズによってコリメートされたビームを受光し、そのビームの横断面をほぼ90°回転させる第2のビームコンバータとを備えており、

15 前記第1の合光素子は、前記第1のビームコンバータから放出されたビームを受光して透過させる透過部と、前記第2のビームコンバータから放出されたビームを受光して反射する反射部とを有しており、前記透過部を透過したビームと前記反射部で反射されたビームとを合成する、  
集光装置。

20 2. 前記複数の活性層は、500  $\mu\text{m}$ 以下の間隔で配列されている、請求の範囲第1項に記載の集光装置。

3. 前記第1の合光素子は、前記第1の光源の活性層と一対一に対応した複数の前記透過部と、前記第2の光源の活性層に一対一に対応した複数の前記反射部と、を有しており、

25 前記透過部および前記反射部は、ともに帯状であり、  
前記第1の合光素子は、交互に配置された前記透過部および前記反射部を有す



る平板である、

請求の範囲第 1 項または第 2 項に記載の集光装置。

4. 前記第 1 の合光素子は、第 1 の光源の活性層から放出されるビーム  
および第 2 の光源の活性層から放出されるビームの双方の中心軸に対して 45°  
5 の角度で傾斜しており、

前記第 1 の合光素子の表面は、前記第 1 の光源と対向しており、

前記第 1 の合光素子の裏面は、前記第 2 の光源と対向している、

請求の範囲第 3 項に記載の集光装置。

5. 第 3 の光源と、第 2 の合光素子と、をさらに備える請求項 1 ~ 4 の  
10 いずれかに記載の集光装置であって、

前記第 3 の光源は、第 3 の方向に沿って並列に配列された複数の活性層を有す  
る第 3 の半導体レーザアレイと、前記複数の活性層から放出された複数のビーム  
を前記第 3 の方向と垂直な面内でコリメートする第 3 のコリメータレンズと、前  
記第 3 のコリメータレンズによってコリメータされたビームを受光し、そのビー  
15 ムの横断面をほぼ 90°回転させる第 3 のビームコンバータとを備えており、

前記第 2 の合光素子は、前記第 1 の合光素子によって合成されたビームを受光  
して透過させる透過部と、前記第 3 のビームコンバータから放出されたビームを  
受光して反射する反射部とを有しており、前記透過部を透過したビームと前記反  
射部で反射されたビームとを合成する、

20 請求の範囲第 1 項~第 4 項のいずれかに記載の集光装置。

6. 前記第 2 の合光素子は、前記第 3 の光源の活性層と一対一に対応し  
た複数の前記反射部を有しており、

前記透過部および前記反射部は、ともに帯状であり、

前記第 2 の合光素子は、交互に配置された前記透過部および前記反射部を有す  
25 る平板である、

請求の範囲第 5 項に記載の集光装置。

7. 第3の光源と、第2の合光素子と、をさらに備える請求の範囲第1項～第4項のいずれかに記載の集光装置であって、

前記第3の光源は、第3の方向に沿って並列に配列された複数の活性層を有する第3の半導体レーザアレイと、前記複数の活性層から放出された複数のビームを前記第3の方向と垂直な面内でコリメートする第3のコリメータレンズと、前記第3のコリメータレンズによってコリメートされたビームを受光し、そのビームの横断面をほぼ90°回転させる第3のビームコンバータとを備えており、

前記第2の合光素子は、前記第3のビームコンバータから放出されたビームを受光して透過させる透過部と、前記第1の合光素子によって合成されたビームを受光して反射する反射部とを有しており、前記透過部を透過したビームと前記反射部で反射されたビームとを合成する、

請求の範囲第1項～第4項のいずれかに記載の集光装置。

8. 前記第2の合光素子は、前記第3の光源の活性層と一対一に対応した複数の前記透過部を有しており、

前記透過部および前記反射部は、ともに帯状であり、

前記第2の合光素子は、交互に配置された前記透過部および前記反射部を有する平板である、

請求の範囲第7項に記載の集光装置。

9. 前記第2の合光素子は、第1の合光素子によって合成されるビームおよび第3の光源の活性層から放出されるビームの双方の中心軸に対して45°の角度で傾斜しており、

前記第2の合光素子の表面は、前記第1の合光素子と対向しており、

前記第2の合光素子の裏面は、前記第3の光源と対向している、

請求の範囲第6項または第8項に記載の集光装置。

図1

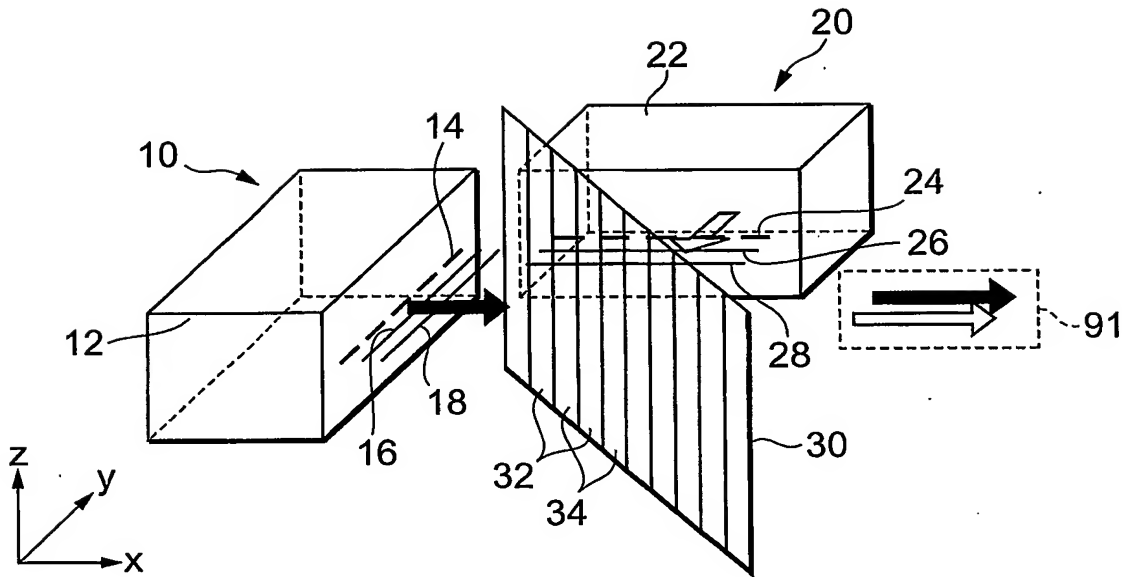


図2

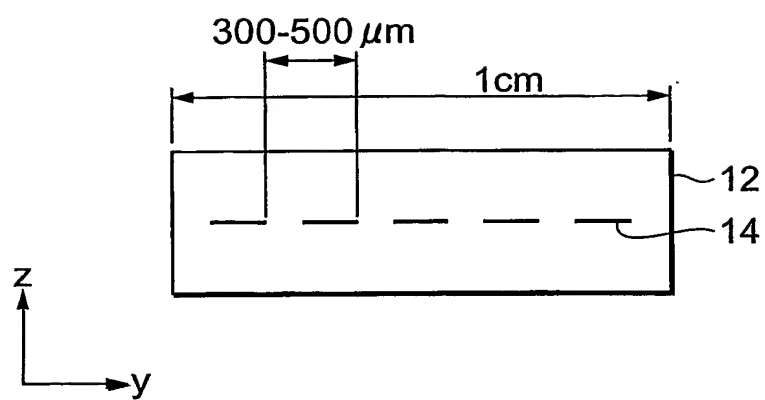


図3

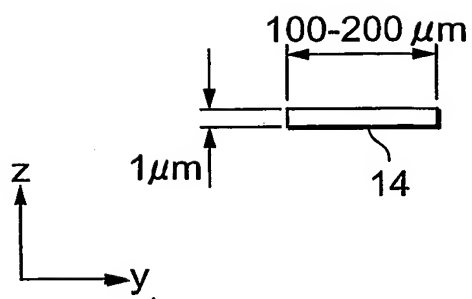


図4

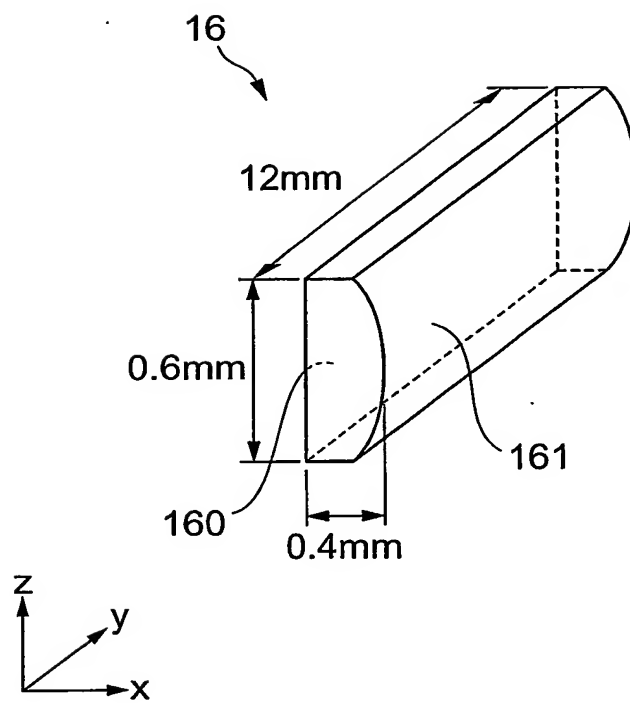


図5

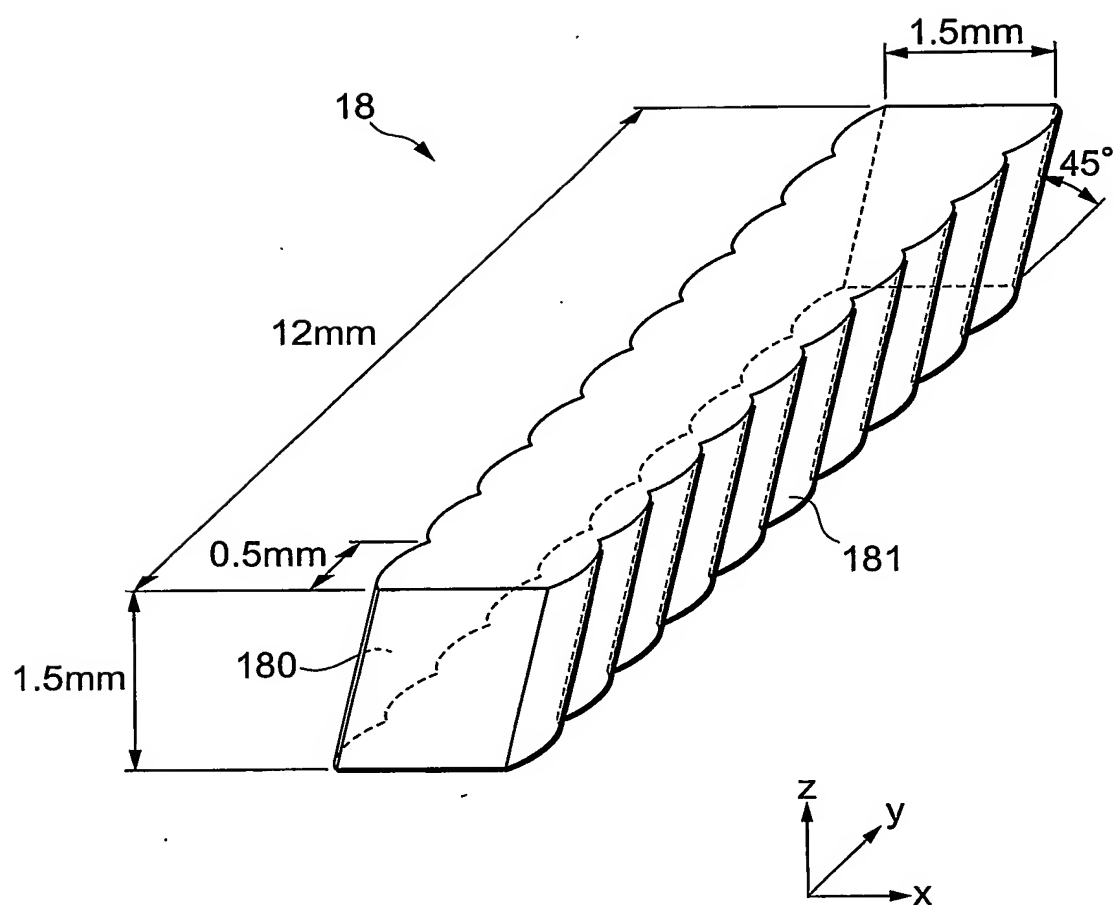


図6

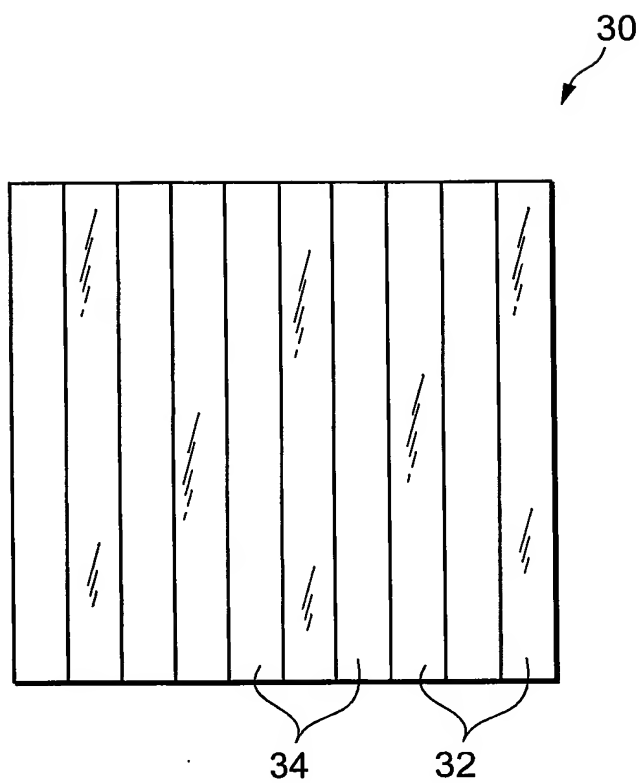




図7A

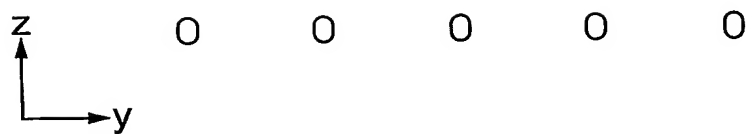


図7B

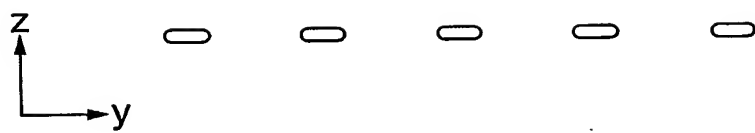


図7C

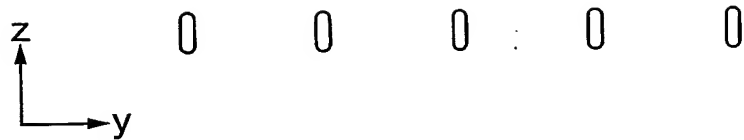


図8A

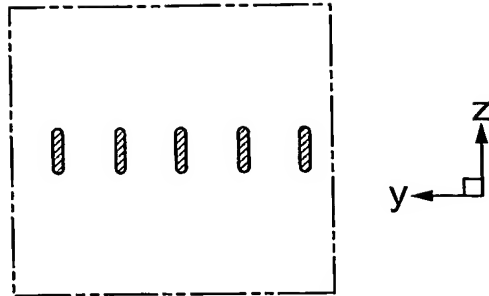


図8B

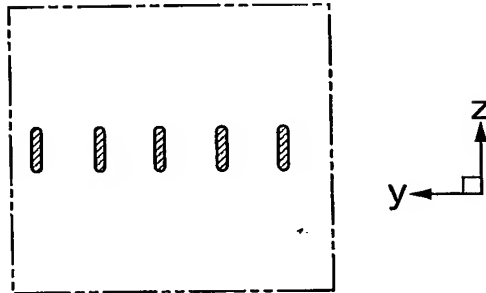


図8C

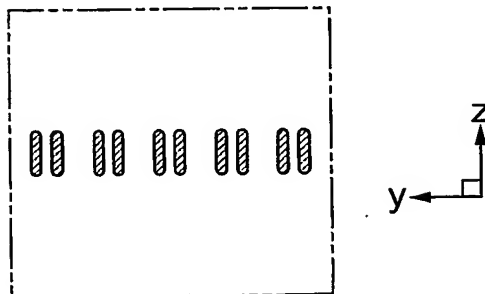


図9

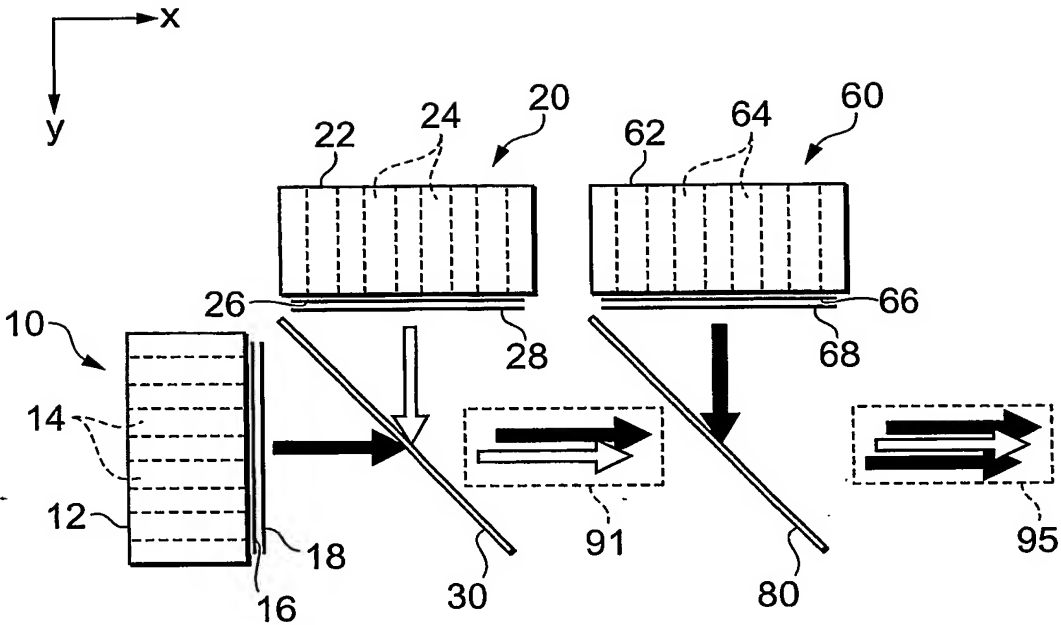


図10A

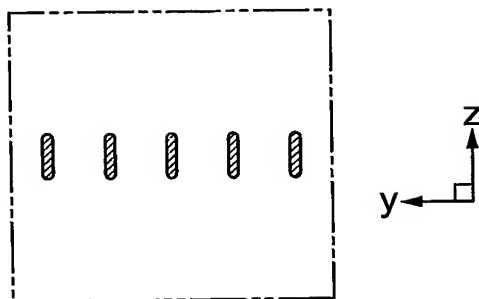


図10B

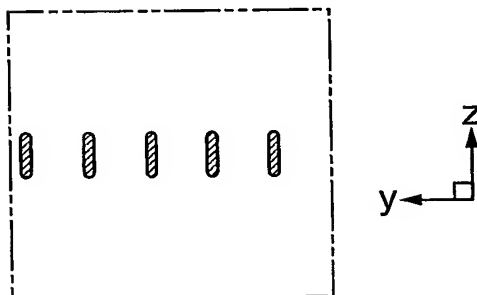


図10C

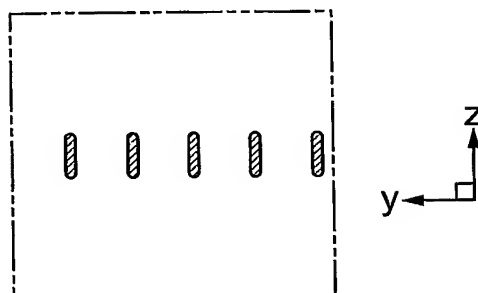


図10D

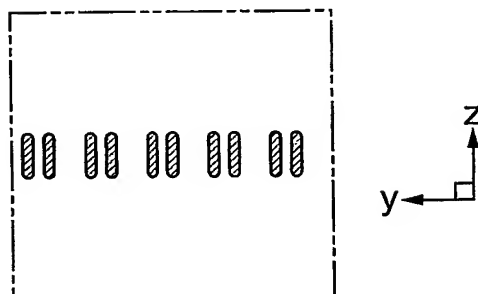


図10E

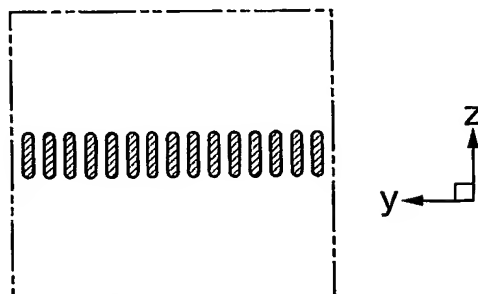


図 11

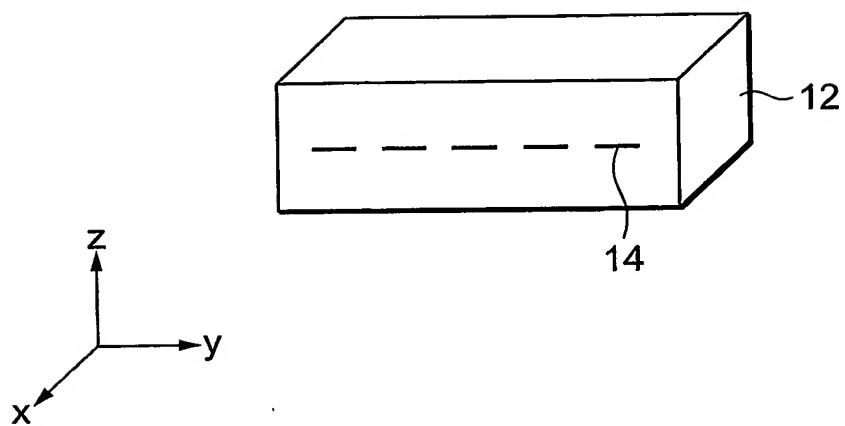


図12A

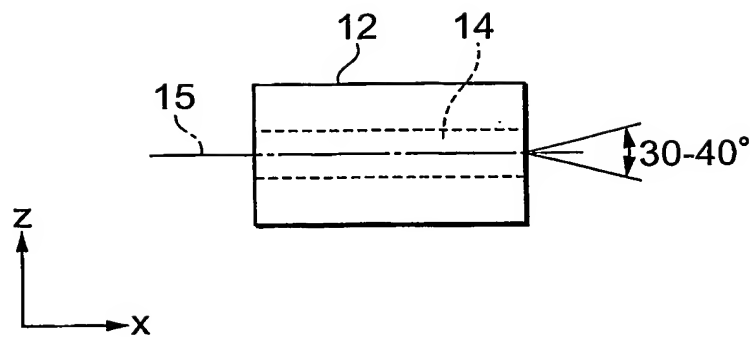
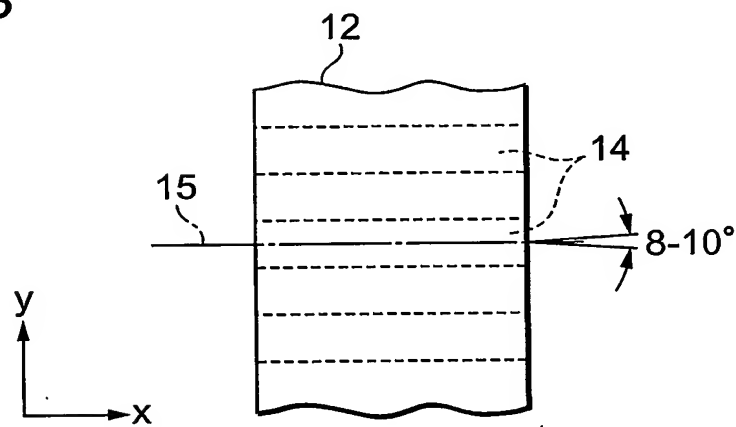


図12B



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10089

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G02B27/10, H01S5/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G02B27/10, G02B27/09, H01S5/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-72743 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 16 March, 1999 (16.03.99), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-9
Y	WO 01/06297 A2 (SILICON LIGHT MACHINES), 25 January, 2001 (25.01.01), Full text; Figs. 4, 5 & US 6356577 B1	1-9
Y	JP 7-287189 A (Higashi Nihon Seitetsu Kabushiki Kaisha), 31 October, 1995 (31.10.95), Full text; Figs. 3, 5 (Family: none)	1-9

☒ Further documents are listed in the continuation of B or C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
02 September, 2003 (02.09.03)

Date of mailing of the international search report  
16 September, 2003 (16.09.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

International application No.  
PCT/JP03/10089

PCT/JP03/10089

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 19939750 A1 (LASERLINE GESELLSCHAFT) 29 March, 2001 (29.03.01), Full text & EP 1081819 A	1-9



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G02B27/10, H01S5/02

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G02B27/10, G02B27/09, H01S5/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 11-72743 A (浜松ホトニクス株式会社) 1999. 03. 16, 全文, 第1-4図 (ファミリーなし)	1-9
Y	WO 01/06297 A2 (SILICON LIGHT MACHINES) 2001. 01. 25, 全文, 第4, 5図 & US6356577 B1	1-9
Y	JP 7-287189 A (東日本製鐵株式会社) 1995. 10. 31, 全文, 第3, 5図 (ファミリーなし)	1-9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02.09.03

国際調査報告の発送日

16.09.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
 瀬川 勝久



2X 3314

電話番号 03-3581-1101 内線 3293

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	DE 19939750 A1 (LASERLINE GESE LLSCHAFT) 2001. 03. 29, 全文 & EP 10 81819 A	1 - 9

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**